

# Warum Experimentalpraktika im naturwissenschaftlichen Studium unverzichtbar sind

Gretel Pfeiffer

Zum Studium in naturwissenschaftlichen Studiengängen wie der Chemie und der Biologie gehört die Durchführung von Experimenten<sup>1</sup> unweigerlich dazu. Die Fachgesellschaften für Chemie (vgl. GDC 2020) und Biologie (vgl. VBIO 2020) setzen die umfassende und gründliche Durchführung von Versuchen im Studium voraus. Im Rahmen von StiL wurden der Fakultät für Chemie und Mineralogie sowie der Fakultät für Lebenswissenschaften an der Universität Leipzig deshalb jährlich Verbrauchsmittel zur Verfügung gestellt, um Studierenden Experimentalpraktika zu ermöglichen. In diesen Experimentalpraktika führt – anders als bei Demonstrationspraktika – der Studierende selbst aktiv die Experimente durch. Aber warum kommt dieser Lehrform in den Naturwissenschaften eine solch große Bedeutung zu? Wie viel Autonomie wird den Studierenden bei der Planung und Durchführung der Experimente zugestanden und welche Rolle spielen die Lehrenden dabei? Um diese Fragen zu beantworten, wurden Interviews mit Lehrenden und Studierenden der beiden Fakultäten durchgeführt und mit didaktischem Hintergrundwissen in Zusammenhang gebracht. Die Ergebnisse werden im folgenden Praxisbericht vorgestellt.

## 1. Gründe für den Einsatz von Praktika in den Naturwissenschaften

Praktika<sup>2</sup> ergänzen das Fachwissen, das in Vorlesungen und Seminaren vermittelt wird. Sie ermöglichen einen Eindruck über die Fachgrenzen hinaus und fördern eine vertiefte Auseinandersetzung mit fachlichen Themen. Studierende

- 
- 1 Beim naturwissenschaftlichen Experiment wird eine Hypothese oder Annahme geprüft. Dies passiert in einer Laborsituation, in der Rahmenbedingungen konstant gehalten werden können und aktiv und bewusst die abhängige Variable manipuliert wird. Der Übergang vom Experiment zum Versuch ist fließend. Beide Begriffe werden verwendet. (vgl. Schulz / Wirtz / Staraschek 2012:29)
  - 2 Mit Praktika sind hier Pflichtlaborpraktika im Rahmen von Lehrveranstaltungen in den Naturwissenschaften gemeint. Im Master können Studierende fakultativ Vertiefungspraktika und Masterarbeiten extern durchführen.

sollen „die natürlich gegebenen Zusammenhänge erkennen und [nachvollziehen] können.“ (vgl. Kammerasch 2020:11).

Im Bachelor of Science Chemie und Biologie an der Universität Leipzig sind Praktika ab Studienbeginn in das Curriculum eingebunden. Auch in den entsprechenden Masterstudiengängen bilden sie einen wichtigen Anteil am Studium. So gewinnen Studierende bereits während früher Stadien des Bachelorstudiums einen Eindruck darüber, welcher Bereich des Faches ihr Interesse weckt und können danach ihren weiteren Werdegang (zum Beispiel Masterstudium oder Promotion) planen.

## **2. Unterscheidung zwischen Demonstrations- und Experimentalpraktika**

In den Chemie- und Biologiestudiengängen an der Universität Leipzig werden Praktika als Experimentalpraktika angeboten. Studierende führen hier selbst aktiv Laborversuche durch. Sie hantieren mit Chemikalien und Laborgeräten, dokumentieren und protokollieren ihre Arbeit und reflektieren am Ende ihre Ergebnisse. Ihnen wird damit ermöglicht, ihr Fach unmittelbar und umfassend zu erfahren sowie den Umgang mit Chemikalien und dem Laborinstrumentarium praktisch zu üben. Dies wirkt sich vorteilhaft auf das Lernen der Studierenden aus, denn neben dem Hören, Schreiben und Sprechen kommen sie in das unmittelbare Tun (vgl. Kammerasch 2020:7ff.).

Experimentalpraktika sind den Demonstrationspraktika, bei denen die Studierenden während der Durchführung des Experiments nur zuschauen, vorzuziehen. Letztere sind oft ein Zugeständnis an äußere Faktoren. Sie werden zum Beispiel durchgeführt, wenn es zu lang dauern würde, alle Studierende das Experiment machen zu lassen oder wenn mit empfindlichen oder teuren Geräten gearbeitet wird. „Idealer ist schon die selbstständige Durchführung der Experimente durch die Studierenden.“, sagt Prof. Dr. Jörg Zabel, Professor für Biologiedidaktik an der Fakultät für Lebenswissenschaften (Zabel 2020). Ebenso sieht das sein Kollege Prof. Dr. Reinhard Denecke, Institutsleiter des Instituts für Physikalische und Theoretische Chemie an der Fakultät für Chemie und Mineralogie. Er verweist auch auf die Arbeitssicherheit: „Sollten nur Demonstrationspraktika angeboten werden, wäre das ein großes Sicherheitsrisiko für Abschlussarbeiten und weiterführende Tätigkeiten, bei denen ein sicherer Umgang mit Substanzen und Methoden nötig ist.“ Dass Laborversuche für das Gefahrenbewusstsein einen wichtigen Beitrag leisten, bestätigt auch Armin Hümbert,

Student im fünften Fachsemester Chemie: „Das Experimentieren ist wesentlich eindrucksvoller, um den Respekt vor gefährlichen Stoffen zu lernen“ (Hümbert, Preuß, Seidel 2020).

Experimentalpraktika scheinen sich auch positiv auf den Studienerfolg niederzuschlagen. Maximilian Preuß, Mentor an der Fakultät für Chemie und Mineralogie, stellt fest, dass die Durchfallquoten in Praktika sehr gering seien. Hürden lägen eher in Klausuren im ersten und zweiten Fachsemester im Bachelor Chemie. Außerdem verbessert sich das Ergebnis der Klausur, wenn Praktika in die Klausurbewertung mit einfließen“, so Preuß (ebd.). Der Student Armin Hümbert stellt dazu fest:

*„Ich habe in den Klausuren besser abgeschnitten, in denen es ein Praktikum dazu gab. Es hat mich einfach gewurmt, wenn etwas im Praktikum nicht funktioniert hat. Ich habe mir dann über die Literatur das Wissen selbst angeeignet, um zu verstehen, was falsch gelaufen war. Dieses Wissen hilft dann natürlich auch in der Klausur.“* (ebd.)

### **3. Didaktische Umsetzung der Experimentalpraktika an der Universität Leipzig**

„Der Fokus des Experiments kann bei den Studierenden auf verschiedene Kompetenzbereiche gelegt werden.“, sagt Prof. Dr. Jörg Zabel. „Je nach Ziel der Lehrveranstaltung oder des Moduls kann auf den Aufbau von Fachwissen, den Erkenntnisgewinn, die Kommunikation von Erkenntnis oder die Bewertung von Ergebnissen des Experiments abgezielt werden.“ (Zabel 2020) Damit einher geht auch ein unterschiedlicher Grad der Autonomie bei der Durchführung der Praktika durch die Studierenden.

Das Ziel der Durchführung von Praktika in der Biologie und der Chemie in den Bachelorstudiengängen ist im Wesentlichen der Aufbau von Fachwissen. Entsprechend sind die Versuche in den Bachelorstudiengängen klar durch Skripte vorstrukturiert. Neben der Erfahrung des Fachwissens werden in den Labordübungen eine präzise und sorgfältige Methodik und Handhabung der Geräte und Apparaturen vermittelt und eingeübt, die das Handwerkszeug der Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler und eine fachgemäße Arbeitsweise ausmachen. Dazu gehört zum Beispiel das genaue Abwiegen sehr kleiner Mengen oder die exakte Zeitmessung kurzer Intervalle. Insbesondere wird auch der Umgang mit Gefahrenstoffen trainiert.

In den Masterstudiengängen gehen die Praktika über dieses Ziel hinaus und sollen den Erkenntnisgewinn der Studierende n unterstützen. Oft arbeiten die Studierenden im Master in Arbeitsgruppen direkt an Forschungsprojekten mit. Die Praktika werden hier zu Orten des forschenden Lernens<sup>3</sup>, an denen die Studierenden selbst Hypothesen für das Experimentieren aufstellen und diese dann mit geeigneten Methoden im Labor prüfen. Den Studierenden kommt hier eine hohe Eigenverantwortung zu. Selbstständigkeit und Forschungsnähe werden gefördert. Die Praktika im Bachelorstudium bieten für diese Herangehensweise die Grundlage. Patricia Seidel studiert im dritten Fachsemester den Master of Science Chemie. Sie bemerkt dazu: „Mir ist erst im Übergang vom Bachelor in den Master ganz klar geworden, was ich in den Praktika im Bachelor eigentlich alles gelernt habe.“ (Hümbert, Preuß, Seidel 2020)

„In der Lehramtsausbildung entsteht hier ein didaktischer Doppeldecker.“, sagt Prof. Dr. Jörg Zabel. „Studierende experimentieren nicht nur selbst, sondern reflektieren das eigene Experimentieren hinsichtlich der Anwendbarkeit im schulischen Kontext.“ (Zabel 2020) Der Fokus liegt hier auf der Kommunikation von Erkenntnis und der Bewertung von Fachwissen des jeweiligen Studiefachs sowie der didaktischen Umsetzung in der späteren Unterrichtssituation.

Insgesamt stellen Praktika, bei denen Studierenden eine große Eigenverantwortung in der Ausgestaltung zugestanden wird, eine Chance für das nachhaltige Lernen dar: „Die Neugier, die Freude am Entdecken, sollte in Laborversuchen genutzt und verstärkt werden, sie garantiert den größten und nachhaltigsten Lernerfolg.“ (Kammerasch 2020:11). In diese Richtung denkt auch Prof. Dr. Jörg Zabel: „Für die Motivation der Studierenden könnte ich mir vorstellen, dass es interessant wäre, auch komplexere Experimente schon zu Beginn des Bachelors anzubieten.“ (Zabel 2020)

#### 4. Chancen der Experimentalpraktika für das Lernen

Grundsätzlich wird von einem positiven Einfluss von sowohl intrinsischer als auch extrinsischer Lernmotivation auf das Lernen ausgegangen (vgl. Antosch-Bardohn 2020:2–3; Kammerasch 2020:11). Antosch-Bardohn führt aus, dass die Lernmotivation neben der aktuellen Motivation der Lehrperson und dem

3 „Forschendes Lernen ist eine Lehr-Lernform, bei der die Studierenden eine selbst entwickelte Fragestellung verfolgen und dabei den gesamten Forschungsprozess durchlaufen.“ (Sonntag / Rueß / Ebert / Friederici / Deicke 2016:13)

Interessantheitsgrad des Lernthemas maßgeblich durch die Erfüllung der Grundbedürfnisse der Studierenden beeinflusst wird (vgl. Antosch-Bardohn 2020:3). Antosch-Bardohn bezieht sich hier auf die Theorie der Grundbedürfnisse nach Ryan / Deci (1993). Danach sind Studierende besonders dann motiviert, wenn sie Ziele und Verhalten selbst bestimmen (Autonomie) und Aufgaben aus eigener Kraft bewältigen können (Kompetenzerfahrung) sowie von anderen Menschen anerkannt und akzeptiert werden (soziale Eingebundenheit) (vgl. ebd.:12)<sup>4</sup>.

Die aktive Durchführung von Laborversuchen als Experimentalpraktika an der Universität Leipzig trägt dabei auf verschiedenen Ebenen zur Erfüllung dieser Grundbedürfnisse bei. Durch die Arbeit in Kleingruppen wird das Grundbedürfnis der Studierenden nach sozialem Kontakt befriedigt und gegenseitige Hilfestellung ermöglicht. Das Abwechseln der Studierenden beim Protokollführen stellt sicher, dass alle Studierenden gleichermaßen Fähigkeiten erwerben. Gleichzeitig wird die Verantwortung für das Versuchsprotokoll untereinander geteilt und somit Leistungsdruck von den Studierenden genommen. Des Weiteren finden Experimentalpraktika in Gruppen von 20 bis maximal 30 Personen statt. Dieser gute Betreuungsschlüssel erleichtert eine Rücksprache mit der Praktikumsleitung und trägt ebenfalls zu einer guten Lernsituation im Sinne der oben genannten Grundbedürfnisse der Studierenden bei.

Auch die interviewten Studierenden Patricia Seidel und Armin Hümbert beschreiben solche positiven Effekte. Unter anderem wird die soziale Einbindung der Studierenden im Studiengang hervorgehoben: „Man kann einfach gar nicht anders, als beim Praktikum mit den anderen ins Gespräch kommen, wenn man sich ein Gerät ausleiht oder sich gegenseitig zeigt, wie etwas funktioniert.“, sagt Patricia Seidel (Hümbert, Preuß, Seidel 2020). Darüber hinaus stellen sie fest, dass die Experimentalpraktika auf persönlicher Ebene die Selbstwirksamkeit gestärkt sowie Neugier und Ehrgeiz geweckt hätten (ebd.). Diese Zusammenhänge sind auch aus der Forschung zu Lernprozessen bekannt: „Zwar funktioniert Lernen mit hoher und geringer Motivation. Jedoch ist Lernen mit geringer Motivation mit einer deutlich höheren Anstrengung und einer geringeren Verankerung des Lerninhalts verbunden.“ (Antosch-Bardohn 2020:2) Diese Motivation kann auch zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Lernstoff führen, da eigene Lernstrategien der Studierenden aktiviert werden (vgl. ebd.).

---

4 Auf den Aspekt der aktuellen Motivation der Lehrenden auf die Lernsituation wird unter der Rolle der Lehrenden eingegangen. Der Interessantheitsgrad des Lehrthemas wird in diesem Praxisbericht nicht näher betrachtet.

## 5. Die Rolle der Lehrenden während der Praktika

Den Lehrenden kommt in den Praktika eine wesentliche Rolle zu. Sie sind diejenigen, die im Rahmen der festgelegten Kompetenzziele der Module und Lehrveranstaltungen Einfluss auf die Ausgestaltung der Experimente und damit die Motivation der Studierenden nehmen können (vgl. Antosch-Bardohn 2020:3). Neben dem strukturellen Aufbau der Praktika, das den Studierenden mehr oder weniger Freiheitsgrade bei der Durchführung ermöglicht (siehe oben), zeichnet sich motivierendes Lehrverhalten durch ein gewisses Ausdrucksverhalten der Lehrenden auf sprachlicher, stimmlicher und körpersprachlicher Ebene aus (vgl. Antosch-Bardohn 2020:4ff.).

Vanessa Selle ist Lehrkraft für besondere Aufgaben am Zentrum für Lehrerbildung und Schulforschung (ZLS) und dort tätig in der wissenschaftlichen Ausbildung von Lehrkräften im Seiteneinsteigerprogramm. Zuvor begleitete sie zwei Jahre lang als Wissenschaftliche Hilfskraft das SchülerLabor des StiL-Mentorings (vgl. Holzheu et al. in diesem Band), in dem Schülerinnen und Schüler das wissenschaftliche Arbeiten und die Universität Leipzig kennenlernen. Ihre Rolle sah sie als begleitende und unterstützende Lehrperson an: „Klar hält man am Anfang einen Einführungsvortrag, erläutert Zielstellung und Vorgehen. Aber am Ende schaut man den Teilnehmenden über die Schultern und hilft da, wo Fragen aufkommen.“ (Selle 2020) Als Lehrende muss dabei vorher die eigene Rolle reflektiert und Klarheit über das angestrebte Kompetenzziel bei den Studierenden herrschen. Vanessa Selle merkt dazu an: „Als Lehrkraft muss ich mir genau überlegen, welches Ziel ich mit den Teilnehmenden erreichen will und kann danach die Art des Experiments wählen. Das heißt auch, dass man manchmal eher laboriert als zu experimentieren, wenn das Ziel eben ist, bestimmte Handgriffe zu üben, eine Routine zu entwickeln“ (ebd.).

Insgesamt „[...] ist das Zusammenspiel von fachlichem Wissen und dem Beherrschen des didaktischen Repertoires der Lehr- und Lernform Labor eine wesentliche Bedingung, das Labor für die Studierenden zu einem motivierenden und unvergesslichen Erlebnis werden zu lassen.“ (Kammerasch 2020:11). Auch für die Lehrenden sind Experimentalpraktika also eine besondere Lehr-Lernsituation, die von ihnen einerseits besondere didaktische Fähigkeiten abverlangt, ihnen andererseits aber auch konkrete studentische Unterstützung ihrer Forschung ermöglicht.<sup>5</sup> In diesem Sinne sind Experimentalpraktika ein Paradebeispiel des humboldtschen Ideals Lehre aus Forschung und Forschung aus Lehre.

5 Hinweise zu motivierendem Lehrverhalten gibt in dem Artikel von Antosch-Bardohn (2020:4–7), die das motivierende Auftreten der Lehrenden (sprachlich, stimmlich, körper-

## 6. Ausblick

Die Erfahrungen mit Experimentalpraktika an der Universität Leipzig machen deutlich: Das aktive Experimentieren in den Naturwissenschaften ist notwendig, um theoretisch vermittelte Kenntnisse aus Vorlesungen und Seminaren zu vertiefen, wichtige handwerkliche Fertigkeiten für die Arbeit im Labor zu entwickeln und den Umgang mit Gefahrenstoffen zu üben. Standards der deutschen Fachgesellschaften für Chemie und Biologie werden so in den Chemie- und Biologiestudiengängen der Universität Leipzig mit einem hohen hochschuldidaktischen Standard umgesetzt. Die Experimentalpraktika scheinen sich dabei positiv auf den Studienerfolg auszuwirken.

Mit dem hohen Anteil verpflichtender Experimentalpraktika am Studium in der Biologie und der Chemie sind für Studierende in speziellen Lebenssituationen (zum Beispiel Studierende mit Kind), in einem Teilzeitstudium oder bei einem geplanten Auslandsaufenthalt aber auch Herausforderungen verbunden. Der hohe Anteil an Präsenzpraktika mit Anwesenheitspflicht sowie die durch feste Modulreihenfolgen begrenzten Wahlmöglichkeiten schränken eine flexible Studienplanung ein. Durch regelmäßige Evaluationen des Lehrangebots und Unterstützungsangebote für Studierende begegnen die Fakultäten diesen Herausforderungen bereits schrittweise. Überwiegend schätzen die Studierenden dabei Aufbau und Inhalt der Studiengänge mit hohem Anteil praktischer Arbeit und loben die Experimentalpraktika inhaltlich. Armin Hümbert fasst zusammen: „Ich kann als Vertreter des Fachschaftsrats auch für die Studierendenschaft der Chemie insgesamt sprechen und wir finden, dass Experimentalpraktika in unserem Studiengang unabdingbar sind.“ (Hümbert, Preuß, Seidel 2020) Auch Vanessa Selle erinnert sich positiv an ein Modul im fünften Fachsemester ihres Bachelorstudiums der Biologie an der Universität Leipzig, in dem die Studierenden selbst eine Hypothese zu einem biologischen Problem entwickeln und davon ausgehend mit geeigneten naturwissenschaftlichen Methoden prüfen sollten: „Rückblickend war es das Praktikum, bei dem ich am meisten gelernt habe – fachlich – und auch über das wissenschaftliche Arbeiten selbst.“ (Selle 2020)

*Die Autorin dankt den Interviewpartnerinnen und -partnern herzlich für die Interviews und die fachlichen Auskünfte.*

---

sprachlich) sowie die Reflexion des eigenen Lehrverhaltens durch die lehrende Person in den Vordergrund stellt.

## Literatur

- Antosch-Bardohn, J.** (2020): Für mein Thema brennen die Studis! In: Neues Handbuch Hochschullehre. Kapitel A2.12. Abgerufen am 18.05.2020, von: <https://www.nhhl-bibliothek.de/de/handbuch/gliederung/?articleID=2559#/Beitragsdetailansicht/244/2559/%2522Fuer-mein-Thema-brennen-die-Studis!%2522---Lehrmotivation-in-der-Hochschullehre>.
- Deci, E. L.; Ryan, R. M.** (1991): Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, 26(3&4), S. 325–346.
- Denecke, R.** (2020): Interview zu Experimentalpraktika, geführt am 20.01.2020.
- GDC – Gesellschaft deutscher Chemiker** (2020): Empfehlungen der Studienkommission. Abgerufen am 07.04.2020, von: [https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Ausbildung\\_und\\_Karriere/Schule\\_Studium\\_Ausbildung/PDF/GDCh\\_Studienkommission\\_2015.pdf](https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Ausbildung_und_Karriere/Schule_Studium_Ausbildung/PDF/GDCh_Studienkommission_2015.pdf).
- Hümbert, A. / Preuß, M. / Seidel, P.** (2020): Interview zu Experimentalpraktika, geführt am 22.01.2020.
- Kammerasch, G.** (2020): Labordidaktik in der Diskussion. In: Neues Handbuch Hochschullehre. Kapitel E5.2. Abgerufen am 18.05.2020, von: <https://www.nhhl-bibliothek.de/de/handbuch/gliederung/?articleID=878#/Beitragsdetailansicht/263/878/Labordidaktik-in-der-Diskussion---Das-Labor-und-die-Nutzung-seiner-methodischen-Vielfalt-im-derzeitigen-Umstrukturierungsprozess-der-Hochschulen>.
- Schulz, A. / Wirtz, M. / Starauschek, E.** (2012): Das Experiment in den Naturwissenschaften. In: Rieß, W. et al. (Hrsg.): Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten, Waxmann, 15–56.
- Selle, V.** (2020): Interview zu Experimentalpraktika, geführt am 22.01.2020.
- Sonntag, M. / Rueß, J. / Ebert, C. / Friederici, K. / Deicke, W.** (2016): Forschendes Lernen im Seminar. Ein Leitfaden für Lehrende. Humboldt-Universität Berlin. Abgerufen am 19.05.2020, von: [https://www.researchgate.net/publication/308047837\\_Forschendes\\_Lernen\\_im\\_Seminar\\_Ein\\_Leitfaden\\_fur\\_Lehrende](https://www.researchgate.net/publication/308047837_Forschendes_Lernen_im_Seminar_Ein_Leitfaden_fur_Lehrende).
- VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland** (2020). Abgerufen am 07.04.2020, von: [https://www.vbio.de/fileadmin/user\\_upload/verband/Positionen/FachkanonBiologie2013-05-27\\_ger.pdf](https://www.vbio.de/fileadmin/user_upload/verband/Positionen/FachkanonBiologie2013-05-27_ger.pdf).
- Zabel, J.** (2020): Interview zu Experimentalpraktika, geführt am 10.02.2020.

### Experimentalpraktika

Im Rahmen des Stil-Teilprojekts *Experimentalpraktika* werden Sachmittel für die Durchführung von Laborpraktika an der Fakultät für Chemie und Mineralogie sowie der Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Leipzig bereitgestellt. Die Mittel stellen sicher, dass eine Umstellung von Demonstrations- auf Laborpraktika erfolgt und die Studierenden in ihrem Studium selbst praktisch im Labor tätig werden können.